

# Perancangan dan Pembuatan Inverter Setengah Jembatan Ganda untuk Pemanfaatan Kompor Induksi menggunakan Pengaturan Fasa Bergeser

<sup>1</sup>Galih Yulianto Firmansyah, <sup>2</sup>Heri Suryoatmojo, S.T., M.T., Ph.D., dan <sup>3</sup>Ir. Sjamsjul Anam, M.T.  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim Surabaya 60111 Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>galih.f12@mhs.ee.its.ac.id, <sup>2</sup>suryomgt@ee.its.ac.id, <sup>3</sup>anam@ee.its.ac.id.

**Abstrak**— Pemanas Induksi merupakan teknologi klasik yang saat ini masih terus berkembang di masyarakat industri ataupun domestik. Salah satu aplikasinya ialah kompor induksi. Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membuat Inverter Setengah Jembatan Ganda dengan menggunakan pengaturan fasa-bergeser untuk pemanfaatan kompor induksi. Inverter ini mampu mengubah masukan tegangan searah DC menjadi tegangan bolak-balik AC dengan frekuensi yang tinggi dan kemudian disalurkan menuju kumparan beban kompor induksi. Ketika kumparan tersebut dilewati oleh arus bolak-balik dengan frekuensi tinggi akan menghasilkan medan elektromagnetik. Medan yang timbul akan diinduksikan menuju ke bahan logam yang berada diatas kumparan beban induksi dan dihasilkan kenaikan panas pada logam tersebut. Topologi inverter ini memiliki dua unit inverter setengah jembatan, yang memiliki empat buah saklar dengan metode penyaklaran sama halnya dengan inverter setengah jembatan. Inverter ini mampu menghasilkan arus yang tinggi disebabkan frekuensi penyaklaran yang tinggi hingga orde kilohertz. Pada umumnya, untuk menghasilkan daya keluaran yang bervariasi pada inverter frekuensi tinggi, digunakan pengaturan nilai frekuensi penyaklaran yang bervariasi. Namun pada tugas akhir ini, pengaturan daya keluarannya diperoleh dengan mengatur pergeseran fasa dari PWM antar dua unit inverter setengah jembatan. Kelebihan metode pengaturan Fasa-Bergeser ialah untuk menjangkau daya keluaran inverter yang luas dan juga bisa mengurangi rugi-rugi penyaklaran pada inverter dengan frekuensi tinggi.

**Kata Kunci**— Inverter Setengah Jembatan Ganda, Pemanas Induksi, Pengaturan Fasa-Bergeser, PWM.

## I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi pemanas induksi sudah banyak dimanfaatkan sejak terjadinya perang dunia kedua [1]. Awalnya teknologi ini digunakan untuk pembuatan senjata-senjata perang negara barat. Dimana besi yang dipakai untuk bahan baku pembuatan senjata terlebih dahulu dileburkan menggunakan pemanas induksi. Namun seiring semakin cepatnya inovasi perkembangan teknologi elektronik, pemanas induksi dapat digunakan dengan teknologi yang sederhana dan lebih murah. Salah satunya bisa dilihat pada pemanfaatan kompor induksi.

Saat ini, teknologi kompor induksi masih terus dikembangkan diberbagai negara-negara maju untuk memperoleh hasil yang maksimal dan efisien. Untuk menghasilkan panas induksi yang berasal dari masukan daya

listrik, teknologi ini membutuhkan topologi inverter dengan frekuensi kerja yang tinggi.

Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan inverter yang beroperasi pada frekuensi tinggi (*High Frequency Inverter*) untuk pemanfaatan pemanas induksi pada panci logam yang dibuat dari resistivitas rendah dan bahan permeabilitas rendah seperti aluminium dan tembaga masih terus dilakukan oleh peneiliti. Ditambah lagi dengan adanya isu pemansan global untuk menggunakan produk dengan konsumsi energi yang rendah dan memiliki efisisensi yang tinggi, membuat perkembangan kompor induksi saat ini menjadi banyak perhatian [1]. Khususnya yang menjadi perhatian ialah membuat inverter yang bisa beroperasi pada frekuensi tinggi dengan efisiensi yang tinggi pula dan dapat meminimalisir rugi-rugi penyaklaran.

Berkurangnya rugi-rugi penyaklaran (*switching loss*), rendahnya *Electro-Magnetic Interference (EMI)*, dan kerapatan daya yang tinggi merupakan contoh karakteristik inverter dengan efisiensi yang tinggi. Supaya rugi-rugi penyaklaran bisa berkurang, dikenalkan teknologi *soft-switching* pada inverter yang beropersi pada frekuensi tinggi. Teknologi *soft-switching* pada inverter frekuensi tinggi telah dikembangkan lebih jauh dan mempunyai beberapa keuntungan seperti, biaya yang lebih murah dan pengaturan yang sederhana. Pada inverter berbasis pengaturan *Pulse-Frequency Modulation (PFM)* memiliki beberapa kelemahan yaitu keterbatasan frekuensi *switching* pada saat inverter berkerja dengan daya keluaran yang rendah sampai menengah [2]. Oleh karena itu, pengaturan daya dengan jangkauan yang lebar untuk beban pemanas induksi tidak bisa dicapai. Selain itu, tingkat kerapatan daya pada inverter tersebut masih rendah jika dioperasikan dengan skema pengaturan daya yang sederhana. Sehingga memerlukan topologi pengaturan daya yang kompleks untuk bisa menjangkau pengaturan daya yang lebih jauh.

Dari beberapa permintaan dan kelemahan inverter frekuensi tinggi untuk pemanfaatan pemanas induksi, telah ditemukan inovasi baru seperti yang akan dibahas pada tugas akhir ini. Inverter yang diusulkan dapat bekerja untuk mencapai jangkauan daya keluaran yang lebar dengan cara mengubah pergeseran fasa PWM antar dua buah unit inverter setengah jembatan. Dengan adanya metode ini diharapkan rugi-rugi penyaklaran bisa dikurangi walaupun inverter berada pada jangkauan daya keluaran yang lebar.

## II. INVERTER SETENGAH JEMBATAN GANDA UNTUK PEMANFAATAN KOMPOR INDUKSI

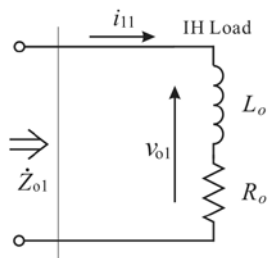
### A. Prinsip Pemanas Induksi

Pemanasan Induksi (*Induction Heating*) pada prinsipnya dapat dijelaskan dengan prinsip kerja transformator. Dimana kumparan primer pada trafo ditunjukkan sebagai kumparan tembaga pada kompor induksi dan kumparan sekunder pada trafo ditunjukkan sebagai permukaan bawah dari panci pada kompor induksi. Panas yang dihasilkan ini berasal dari pembebanan nilai resistansi ekuivalen dari rugi-rugi pada panci.

Jika sebuah logam ditempatkan di dalam suatu kumparan elektromagnetik yang telah dialiri arus AC, maka akan timbul ggl (gaya gerak listrik) induksi di dalam logam tersebut. Di dalam logam tersebut terdapat banyak jalur konduksi yang terdiri dari aliran gaya gerak listrik induksi dalam jalur tertutup. Arus induksi dalam jalur tertutup ini dinamakan arus pusar (*Eddy Current*).

Ketika arus bolak-balik mengalir dalam suatu konduktor, distribusi arus induksi pada konduktor menjadi tidak seragam. Tetapi distribusi arus tersebut memiliki kecenderungan mengalir terutama pada permukaan konduktor dengan kedalaman berdasarkan frekuensi dari arus induksi. Semakin tinggi frekuensi arus diberikan pada kumparan, yang lebih intensif adalah arus induksi mengalir di sekitar permukaan beban. Kepadatan arus induksi berkurang ketika mengalir lebih dekat ke pusat, Ini disebut "efek kulit" atau "*skin depth*".

Jika suatu konduktor diletakkan dekat dengan kumparan yang berarus maka akan timbul arus *eddy*. Arus yang diinduksikan ke konduktor tersebut menghasilkan panas, dikarenakan resistansi yang terdapat pada konduktor. Banyaknya panas yang dihasilkan pada konduktor ini sesuai dengan hukum panas pertama Joule, disebut juga *Ohmic Heating*. Panas yang terdisipasi sesuai dengan persamaan  $Q = P = I^2 R$ . Pada pemanas induksi, nilai ekuivalen dari resistansi yang digunakan untuk menghasilkan panas dan induktansi induksi elektromagnetik dapat dimodelkan sesuai gambar 1.



Gambar. 1. Pemodelan beban pemanas induksi.

### B. Inverter Setengah Jembatan Ganda

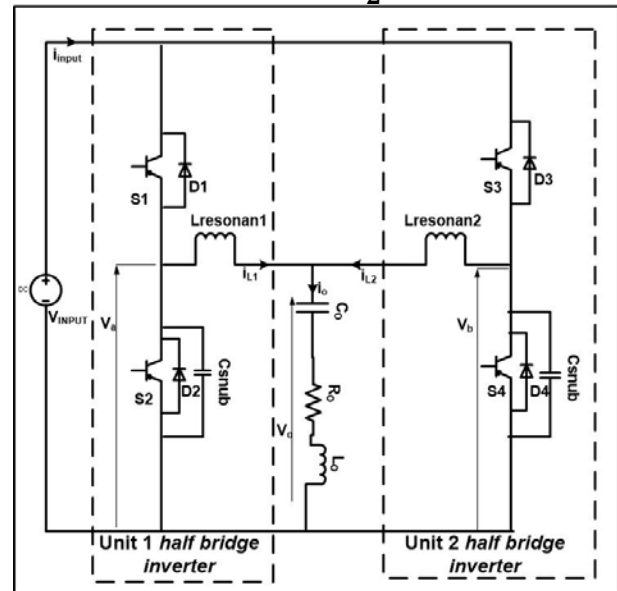
Topologi Inverter Setengah Jembatan Ganda tersusun atas dua buah unit rangkaian *half bridge inverter* seperti pada gambar 2. Pada topologi Inverter Setengah Jembatan Ganda untuk pemanfaatan pemanas induksi diperlukan komponen tambahan berupa kombinasi dua buah induktor resonan dan sebuah kapasitor. Dua buah induktor ini berfungsi untuk mengumpulkan arus resonan dan menghasilkan arus keluaran dengan distorsi harmonisa yang rendah. Sedangkan untuk

kapasitor,  $C_o$  diletakkan secara seri dengan beban induksi untuk memicu terjadinya frekuensi resonan pada inverter. Frekuensi resonan ini dapat dirumuskan pada persamaan 1.

$$f_r = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L C_o}} \quad (1)$$

Dimana nilai induktansi pada frekuensi resonan dihasilkan dari kombinasi antara dua buah induktor resonan,  $L_r$  dan induktansi ekuivalen dari beban pemanas induksi,  $L_o$  seperti yang dirumuskan pada persamaan 2.

$$L = L_o + \frac{L_r}{2} \quad (2)$$



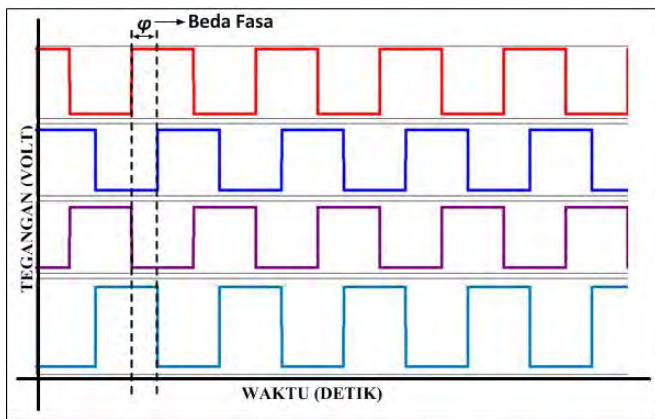
Gambar. 2. Topologi rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda.

Pada topologi rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda ini, frekuensi *switching* yang diberikan pada S1-S4 harus lebih besar nilainya daripada frekuensi resonan dikarenakan untuk mencapai kondisi *Zero Voltage Switching* (ZVS) guna mengurangi rugi-rugi penyaklaran pada inverter akibat frekuensi kerja inverter yang tinggi.

### C. Pengaturan PWM Fasa-Bergeser

Terdapat berbagai macam jenis modulasi PWM. Salah satu metode penyaklaran PWM yang digunakan untuk mengatur penyaklaran pada Inverter Setengah Jembatan Ganda adalah menggeser fasa PWM. Yang dimaksud pergeseran fasa PWM ini ialah terdapat perbedaan penyalan antar kedua PWM. Dimana satu PWM sebagai referensi, sedangkan PWM yang lain baru bisa dinyalakan setelah beberapa detik atau mikro detik dari penyalan PWM referensi. Sebagai ilustrasi dapat dilihat pada gambar 3.

Metode pergeseran fasa PWM ini tidak mengubah nilai frekuensi dan perbandingan waktu on dan off dari sinyal PWM. Hanya saja waktu penyalan PWM yang satu dengan yang lain berbeda beberapa detik, atau dapat dikatakan terdapat waktu delay antara kedua PWM. Metode Phase-Shift PWM ini cocok untuk digunakan pada Inverter Setengah Jembatan Ganda, karena bisa menambah kerapatan daya keluaran pada inverter. Selain itu juga dapat mengurangi rugi-rugi



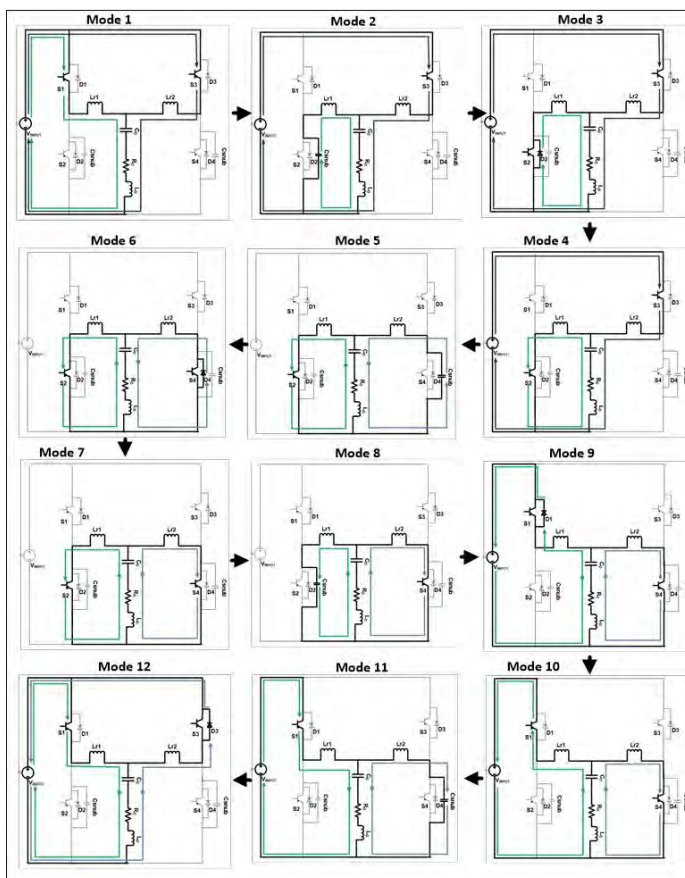
Gambar. 3. Ilustrasi Pengaturan PWM Fasa Bergeser.

#### D. Mode Operasi Inverter Setengah Jembatan Ganda

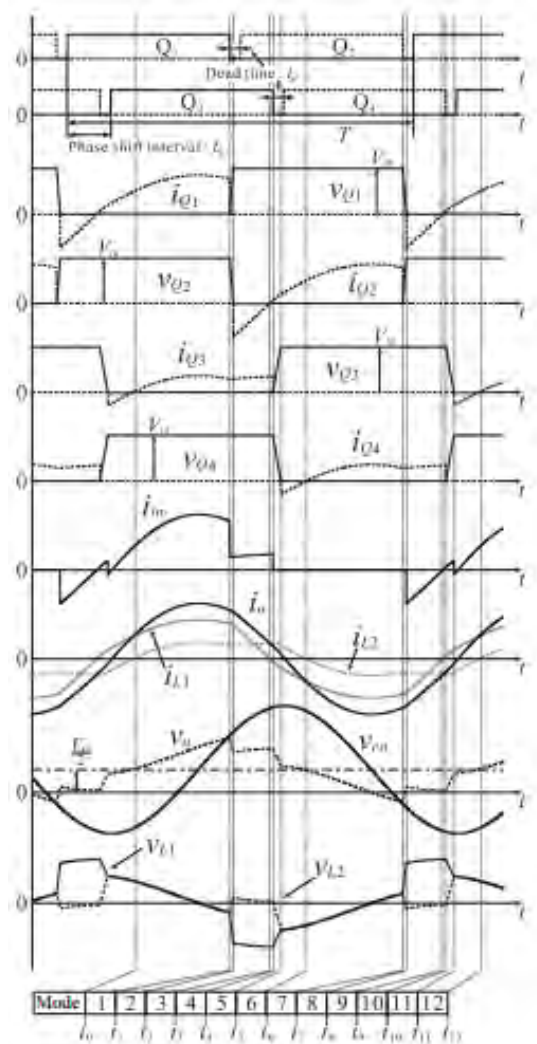
Pada topologi Inverter Setengah Jembatan Ganda menggunakan pengaturan PWM fasa-bergeser, pengaturan daya keluarannya dapat diperoleh dengan merubah nilai beda fasa antar PWM, sebesar  $t_\phi$ , yang dapat didefinisikan :

$$\phi = \frac{t_\phi}{T} \times 360^\circ \quad (3)$$

dimana  $T$  merupakan periode waktu *switching* dalam satuan detik. Mode operasi inverter ini dapat dibagi menjadi dua belas sub mode, yang dideskripsikan pada gambar 4. Sedangkan untuk bentuk gelombang inverter dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar. 4. Mode operasi Inverter Setengah Jembatan Ganda menggunakan pengaturan fasa-bergeser [3].



Gambar. 5. Bentuk gelombang mode operasi inverter [3].

### III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI INVERTER SETENGAH JEMBATAN GANDA MENGGUNAKAN PENGATURAN FASA-BERGESER

Dalam melakukan perancangan Inverter Setengah Jembatan Ganda dibutuhkan perhitungan parameter komponen elektronika yang akan digunakan, supaya dapat sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Tetapi ada beberapa parameter yang harus ditentukan terlebih dahulu tanpa melalui proses perhitungan, seperti pada tabel 1.

Tabel 1.

Parameter penentuan komponen.

Parameter	Nilai
Tegangan Masukan ( $V_{input}$ )	150 volt
Frekuensi Resonan ( $f_r$ )	15 kHz
Frekuensi Switching ( $f_s$ )	24 kHz

#### A. Perancangan Beban Kompor Induksi

Komponen pertama yang perlu untuk dirancang sebelum menentukan parameter komponen pada rangkaian utama inverter ialah menentukan beban kompor induksi. Nilai ekuivalen dari beban kompor induksi bergantung dari jenis bahan dan ukuran panci yang digunakan. Bahan logam pada beban pemanas induksi bisa mempengaruhi tingkat kerapatan

flux,  $B$ , pada induksi elektromagnetik pemanas akibat adanya *permeabilitas* magnetik bahan,  $\mu_r$ , sesuai dengan persamaan 4.

$$B = \mu_0 \mu_r \cdot H \quad (4)$$

Setelah dilakukan berbagai pertimbangan, maka dipilihlah bahan dan ukuran panci yang banyak dijual dipasaran yaitu panci yang terbuat dari *stainless steel* dengan ukuran diameter 22 cm. Menurut [4], bahan logam *stainless steel* memiliki tingkat resistivitas penghantar yang cukup dibandingkan dengan logam aluminium.

Selanjutnya ialah merancang kumparan beban kompor induksi menggunakan desain *planar winding*. Desain tersebut merupakan kumparan dibuat dengan cara melilit mengelilingi tiap hasil putaran. Diameter kumparan *planar winding* disesuaikan dengan lebar panci yaitu 22 cm. Hasilnya bisa dilihat pada gambar 6. Kumparan beban kompor induksi ini terbuat dari bahan *magnetic wire* yang biasa digunakan untuk membuat lilitan transformator dengan spesifikasi mengacu pada [5] sebagai berikut :

<b>Diameter wire</b>	0.5 mm
<b>Banyak lilitan pada kumparan</b>	20 lilitan kabel
<b>Diameter lilitan wire</b>	3 mm
<b>Panjang lilitan</b>	10 meter

Berdasarkan desain beban kompor induksi tersebut, dilakukan pengukuran nilai resistansi dan induktansi ekuivalen yang mendekati nilai frekuensi resonan. Kemudian pada frekuensi pengukuran 10 kHz didapatkan nilai resistansi dan induktansi masing-masing,  $R_o = 2,15 \text{ ohm}$  dan  $L_o = 59,23 \mu\text{H}$ .

#### B. Perancangan Induktor Resonan dan Kapasitor Output

Penentuan nilai parameter kapasitor output pada rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda didasarkan pada nilai induktor ekuivalen beban kompor induksi dan frekuensi *switching* rangkaian. Karena letak kapasitor output diseri dengan rangkaian ekuivalen beban kompor induksi, digunakanlah persamaan frekuensi *switching*,  $f_s$ , yang memicu resonansi seri antara kapasitor,  $C_o$  dan induktansi ekuivalen kompor induksi,  $L_o$ . Seperti pada persamaan (5):

$$f_s = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_o C_o}} \quad (5)$$

Sehingga nilai Kapasitor output pada Inverter Setengah Jembatan Ganda dapat dihitung dengan persamaan (6).

$$C_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_s \cdot L_o} \quad (6)$$

Kemudian untuk mencari nilai dua buah induktor resonan yang memiliki nilai yang sama, digunakan persamaan frekuensi resonan seperti pada persamaan (1) yang digabung dengan persamaan (2). Seperti yang telah disebutkan, inverter ini harus bekerja diatas frekuensi resonan, supaya metode untuk mengurangi rugi-rugi penyaklaran yaitu ZVS bisa tercapai. Sehingga didapatkan persamaan:

$$L_r = 2 \left( \frac{1}{(2\pi f_r)^2 C_o} - 1 \right) \quad (7)$$

#### C. Penentuan Nilai Parameter Kapasitor Snubber

Topologi rangkaian inverter setengah jembatan ganda ini dilengkapi dengan kapasitor snubber, yang berfungsi untuk mengurangi rugi-rugi *switching* pada saklar elektronik melalui metode ZVS. Metode ZVS ini terjadi apabila energi yang terserap pada komponen resonan harus lebih besar daripada energi pada kapasitor. Sehingga perumusan untuk mencari nilai snubber kapasitor didapat seperti pada persamaan (8). Sehingga nilai kapasitor snubber rangkaian inverter ini tidak boleh melebihi 15 nF.

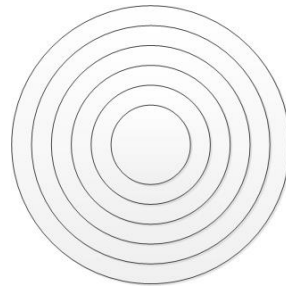
$$\frac{1}{2} L_1 i_{L1}(t_1) > \frac{1}{2} C_{s1} V_{in}^2 \quad (8)$$

Parameter Komponen Inverter Setengah Jembatan Ganda bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2.

Hasil parameter perancangan rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda.

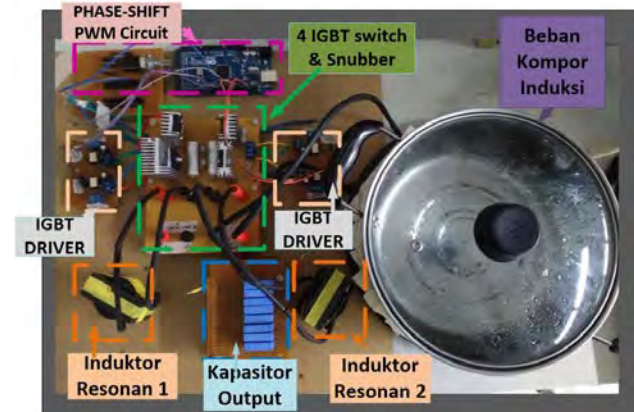
Parameter	Nilai
Tegangan Masukan ( $V_{\text{INPUT}}$ ) dc	150 volt
Frekuensi Resonan ( $f_r$ )	15 kHz
Frekuensi Switching ( $f_s$ )	24 kHz
Induktor Output $L_o$	59,2 $\mu\text{H}$
Resistansi Output $R_o$	2,15 ohm
Induktor Resonan $L_r$	100 $\mu\text{H}$
Kapasitor Output $C_o$	788 $\mu\text{F}$
Kapasitor Snubber $C_{s1}$	10 nF
Saklar Elektronik, S1-S4	FGL60N100BTD IGBT 1000V, 60A



Gambar. 6. Desain *planar winding* untuk beban pemanas induksi.

#### IV. IMPLEMENTASI INVERTER

Hasil implementasi pada rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda dapat dilihat pada gambar 7.



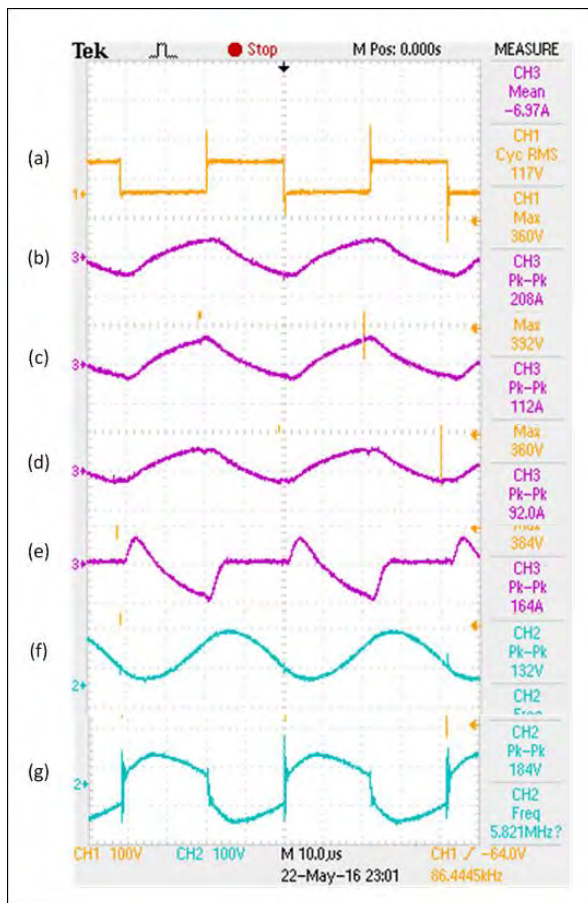
Gambar. 7. Implementasi rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda.



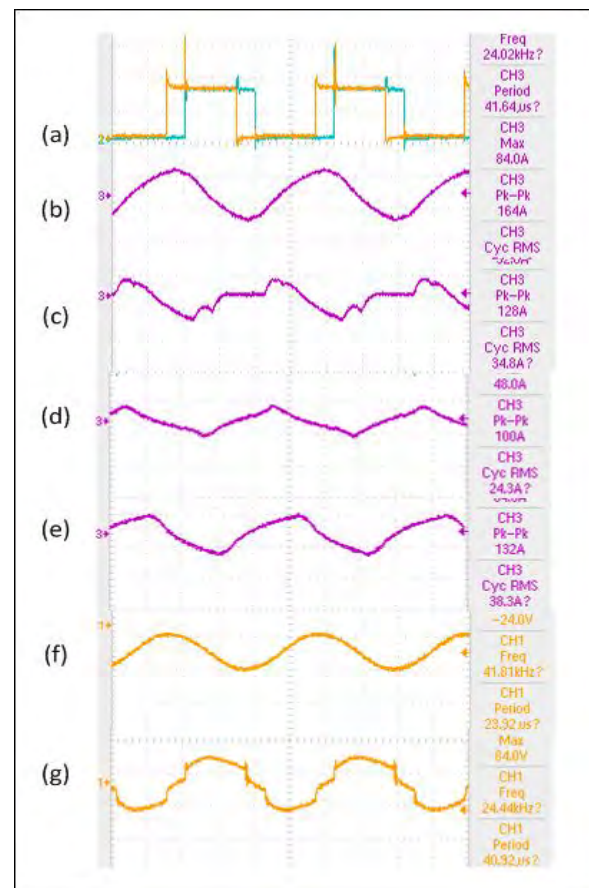
Hasil pembuatan Inverter Setengah Jembatan Ganda terdiri dari rangkaian utama yang terdapat empat buah saklar elektronik menggunakan transistor jenis IGBT, rangkaian kontrol yang terdapat arduino MEGA 2560 sebagai penghasil sinyal PWM dan rangkaian *dual edge delay* untuk menggeser sinyal PWM keluaran dari arduino, *driver* IGBT yang berguna untuk menguatkan sinyal PWM dari arduino menuju ke IGBT, Kapasitor output, dan dua buah Induktor Resonan.

Untuk implementasi dari induktor resonan digunakan inti ferrit dengan tipe ETD49 yang mana cocok untuk induktor pada rangkaian frekuensi tinggi dengan arus keluaran yang besar. Sedangkan untuk kapasitor output diparalel sebanyak 20 buah 15 nF dengan tipe Metallized Polyethylene (MKP) dan 7 buah 82 nF dengan tipe yang sama. Pemilihan kapasitor yang diparalel ini dikarenakan supaya kapasitor ini mampu untuk mengatasi lonjakan tegangan (*spike*) akibat dari keberadaan beban induktif pada kumparan kompor induksi. Sehingga tidak khawatir terjadi ledakan saat inverter ini bekerja pada tegangan masukan yang tinggi.

Kemudian untuk pemilihan komponen saklar elektronik dipilih IGBT dengan tipe FGL60N100BTD, dikarenakan kapabilitasnya yang mampu beroperasi pada tingkatan arus dan tegangan yang tinggi untuk menyuplai beban induktif. Sedangkan untuk dapat mengendalikan IGBT dari sinyal PWM yang telah deprogram melalui Arduino MEGA diperlukan rangkaian *driver* IGBT. Rangkaian driver IGBT menggunakan komponen *optocoupler* tipe TLP250 dengan arus dan tegangan keluaran masing-masing hingga 1A, 20 volt, yang mana nilai ini cukup untuk mengendalikan IGBT. Setelah implementasi rangkaian sudah berhasil, maka langkah selanjutnya ialah melakukan pengujian pada Inverter Setengah Jembatan Ganda. Bentuk gelombang keluaran inverter dapat dilihat pada gambar 11 dan gambar 12. Berdasarkan hasil pengujian dengan adanya beda fasa  $\phi=50^\circ$  antara periode PWM unit inverter 1 dengan unit inverter 2, didapatkan perbedaan bentuk gelombang keluaran inverter terutama antara tegangan keluaran dibandingkan saat inverter dinyalakan pada kondisi beda fasa 0 derajat. Hal ini bisa dibuktikan seperti yang terlihat pada gambar 8 dan gambar 9.

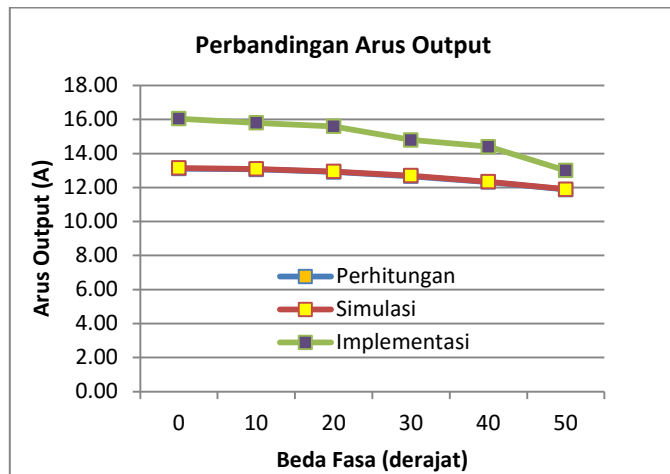


Gambar 8. Bentuk gelombang Inverter Setengah Jembatan Ganda pada saat  $\phi=0^\circ$  atau daya output maksimum. (a) Sinyal PWM (*S*); (b) Arus beban kompor Induksi (*I<sub>o</sub>*); (c) Arus induktor 1 (*I<sub>L1</sub>*); (d) Arus induktor 2 (*I<sub>L2</sub>*); (e) Arus input (*I<sub>in</sub>*); (f) Tegangan pada Kapasitor (*V<sub>CO</sub>*); (g) Tegangan beban kompor induksi (*V<sub>O</sub>*).

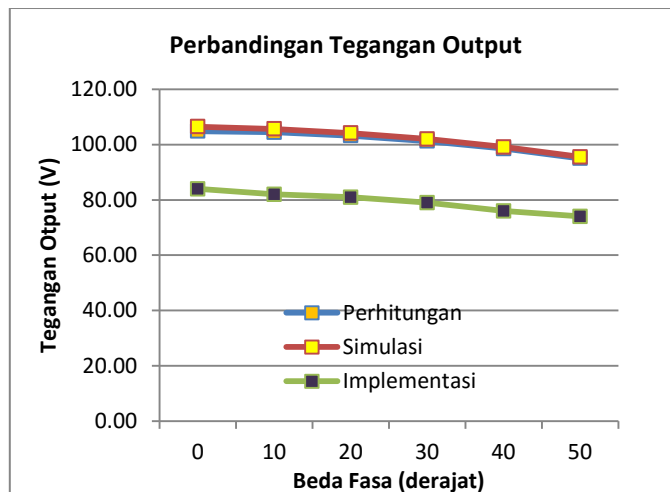


Gambar 9. Bentuk gelombang Inverter Setengah Jembatan Ganda pada saat  $\phi=50^\circ$ . (a) Sinyal PWM ; (b) Arus beban kompor Induksi (*I<sub>o</sub>*) ; (c) Arus input (*I<sub>in</sub>*); (d) Arus induktor 1 (*I<sub>L1</sub>*); (e) Arus induktor 2 (*I<sub>L2</sub>*); (f) Tegangan pada Kapasitor (*V<sub>CO</sub>*); (g) Tegangan beban kompor induksi (*V<sub>O</sub>*).

Terjadinya perbedaan fasa antar dua unit inverter, menyebabkan vektor arus induktor resonan  $i_{L1}$ ,  $i_{L2}$  mengalami perbedaan fasa dan *magnitude*. Sehingga terjadi selisih tegangan antara arus induktor resonan 1 dan arus induktor resonan 2 yang menyebabkan penurunan nilai arus keluaran pada beban kompor induksi. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 13. Perbedaan fasa antar dua buah unit inverter juga menyebabkan tegangan terminal antara titik a dan titik b terjadi perbedaan. Sehingga tegangan keluaran kompor induksi akan semakin menurun sebanding dengan kenaikan beda fasa antara dua unit inverter.

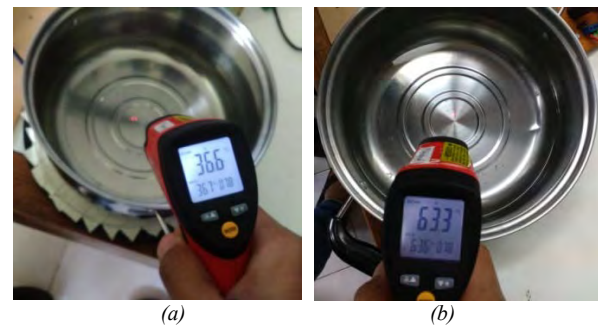


Gambar. 10. Grafik arus keluaran,  $I_{out}$ , dari hasil perhitungan, simulasi, dan implementasi terhadap perbedaan fasa antara dua unit inverter pada rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda.



Gambar. 11. Grafik tegangan keluaran,  $V_{out}$ , dari hasil perhitungan, simulasi, dan implementasi terhadap perbedaan fasa antara dua unit inverter pada rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda.

Pada pengujian Inverter Setengah Jembatan Ganda dengan menambahkan 200 ml air pada panci kompor induksi, ternyata menghasilkan peningkatan suhu air pada panci seperti yang telah dibuktikan pada gambar 12. Dengan begitu bisa dikatakan bahwa Inverter Setengah Jembatan Ganda ini mampu untuk dimanfaatkan sebagai catu daya pada kompor induksi.



Gambar 12. Perbedaan suhu air pada panci saat pengujian Inverter Setengah Jembatan Ganda dalam waktu 4 menit. (a) Suhu permulaan Panci. (b) suhu panci setelah empat menit

## V. KESIMPULAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap simulasi maupun implementasi alat pada rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda dapat disimpulkan menjadi beberapa hal sebagai berikut.

1. Rangkaian Inverter Setengah Jembatan Ganda dapat digunakan untuk menghasilkan gelombang AC frekuensi tinggi sesuai dengan frekuensi *switching* saklar elektronik.
2. Metode pengaturan Fasa-Bergeser yang diaplikasikan pada Inverter Setengah Jembatan Ganda dapat menghasilkan daya keluaran yang berubah-ubah
3. Hasil dari simulasi dan implementasi alat telah sesuai dengan teori yang telah dibuat. Hal ini ditunjukkan melalui pengujian yang telah dilakukan.
4. Inverter Setengah Jembatan Ganda ini ternyata mampu untuk dimanfaatkan sebagai suplai kompor induksi yang dibuktikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Lucia, P. Maussion, E. J. Dede, J. M. Burdio. "Induction Heating Technology and Its Applications: Past Developments, Current Technology, and Future Challenges," *IEEE Transactions On Industrial Electronics*, vol. 61, no. 5 (2014, May).
- [2] H. Sarnago, O. Luc'ia, A. Mediano, and J.M. Burdio, "Modulation Scheme for Improved Operation of an RB-IGBT-Based Resonant Inverter Applied to Domestic Induction Heating," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol.60, no.5, (2013, May) pp.2066-2073.
- [3] T. Mishima, C. Takami, and M. Nakaoka. "A New Current Phasor Controlled ZVS Twin Half-Bridge High-Frequency Resonant Inverter For Induction Heating," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 61, no. 5, (2014, May) pp. 2531-2545.
- [4] A. Fujita, H. Sadakata, I. Hirota, H. Omori, M. Nakaoka, "Latest Developments of High-Frequency Series Load Resonant Inverter Type Built-In Cooktops for Induction Heated All Metallic Appliances," *Proc. IEEE 6th Int. Power Electron. Motion Control Conf.*, (2009) pp. 2537-2544.
- [5] J. Acero, R. Alonso, J. M. Burdio, L. A. Barragán and D. Puyal, "Frequency-dependent resistance in Litz-wire planar windings for domestic induction heating appliances", *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 21, no. 4, (2006) pp. 856-866.
- [6] Marian K. Kazimieczuk, Dariusz Czarkowski., 2010. *Resonant Power Converter*, John Wiley & Sons, inc.
- [7] AN9012: *Induction Heating System Topology Review*, Fairchild, July 2000.